

Reti di distribuzione idrica: frequenza delle rotture e ruolo del comportamento degli utenti

B. Brunone, S. Meniconi e C. Capponi

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale,
Università degli Studi di Perugia

Le reti di distribuzione, infrastrutture "terminali" nella filiera delle risorse idriche, sono caratterizzate da numerose rotture per cause riconducibili a tre principali categorie.

Nella prima categoria rientrano le cause legate alle caratteristiche delle aree urbane: l'aggressività dell'ambiente (ad esempio, la corrosività dei suoli), i sovraccarichi indotti dal traffico veicolare e gli effetti negativi degli interventi eseguiti sulle altre infrastrutture.



Logo del progetto MORE4WATER

La seconda categoria di cause comprende quelle dovute ad alcune specifiche caratteristiche costruttive delle reti di distribuzione: la ridotta profondità di posa (inferiore rispetto a quella delle adduttrici) e l'elevato numero di allacci (ognuno di essi rappresenta un *punto debole*).

La terza categoria – sulla quale si pone l'attenzione in questa sede e il dibattito è aperto – è relativa a criticità legate alle caratteristiche degli impianti e alle condizioni di funzionamento. Una prima criticità riguarda l'età e il materiale delle condotte: aumentarne il tasso di sostituzione e operare scelte tecnologicamente più appropriate potrebbe comportare un'automatica riduzione delle rotture. Una seconda criticità è rappresentata dal valore della pressione media di esercizio, da confrontare con quella nominale delle tubazioni, e da modalità di installazione meno accurate rispetto alle adduttrici. Quest'ultima criticità spiegherebbe il maggior tasso di rotture che caratterizza le tubazioni di piccolo diametro rispetto a quelle di diametro maggiore. Non è invece ritenuto critico il ruolo delle sovrappressioni indotte dai transitori sulla base dell'assunzione che le reti di distribuzione ne siano "autoprotette" in ogni condizione di esercizio.

Le criticità fin qui illustrate non sono però sufficienti a spiegare il verificarsi di marcate differenze nella frequenza delle rotture fra due distretti di una stessa rete a sostanziale parità di età, materiale e profondità di posa delle tubazioni, pressione media di esercizio e distribuzione dei diametri. A tale riguardo, recenti



Fig.1: Perdite idriche "non occulte" in una zona periferica di una rete di distribuzione

studi [1] [2] hanno evidenziato che la presenza di utenti "pericolosi" – in quanto generatori di frequenti transitori – può spiegare il maggior numero di rotture in alcune parti delle reti, anche periferiche (fig.1), caratterizzate da piccoli diametri (in tratti spesso funzionanti come terminali) ed elevata pressione media. Frequenti oscillazioni di pressione, associate ad un elevato valore della pressione media di esercizio, possono infatti provocare nel tempo rotture per effetto di fenomeni di fatica. Queste inedite problematiche sono affrontate nell'ambito del progetto europeo MORE4WATER ("Combined monitoring and forecast for a sustainable management of water resources and timely adaptation to drought") e di quello di rile-

vante interesse nazionale (PRIN) TANDEM ("Hybrid Transient-machine learning approach for ANomaly DETection and classification in water transmission Mains"), entrambi coordinati dall'Università degli Studi di Perugia.

Bibliografia

[1] Meniconi, S., Brunone, B., Capponi, C., Rubin, A., Tirello, L., e Doro, A. (2024). Una strategia per prevenire le perdite attraverso il monitoraggio. Individuazione di transitori pericolosi indotti dalle utenze. Servizi a Rete, 4Pixel S.r.l., XXIII(3), 128-130.

[2] Meniconi, S., Rubin, A., Tirello, L., Doro, A., Brunone, B., and Capponi, C. (2024). Mapping pressure surge source in urban water networks: Integrating low- and high-frequency pressure data with an illustrative real case study. Water Resources Research, 60(8), e2023WR036773 (doi: 10.1029/2023wr036773).

Di seguito si riportano alcuni spunti di discussione per i Gestori del Servizio Idrico sulle problematiche offerte dalla gestione/manutenzione delle reti di distribuzione



Simone Lippi

Responsabile Tutela Risorsa Idrica di Acque

Esiste una statistica in merito alle presunte cause delle rotture, eventualmente sulla base delle schede compilate dalle squadre di riparazione?

Abbiamo a disposizione dati sulla posizione esatta delle rotture, sulle caratteristiche della tubazione coinvolta e distinguiamo inoltre tra allacciamenti e rete di distribuzione. Queste informazioni derivano dalla rendicontazione delle squadre di riparazione e dalle contabilità della direzione lavori. Non disponiamo invece di una statistica di dettaglio sulle cause specifiche della singola rottura, anche perché solitamente si tratta di una combinazione di fattori (temperatura, pressione, stato di conservazione della condotta, modalità di posa, qualità delle riparazioni precedenti, materiale, etc.). Ci concentriamo piuttosto sulla creazione di statistiche di rottura per ciascuna condotta e per gruppi omogenei (per diametro, materiale, età di posa), così da facilitare



l'analisi e supportare la pianificazione delle attività manutentive. Queste elaborazioni costituiscono la base della strategia di asset management che stiamo introducendo in modo progressivo, anche in collaborazione con partner di livello internazionale, affinché investimenti e manutenzioni siano sempre più guidati dalle evidenze statistiche sui guasti, oltre che dalla valutazione dei rischi e degli impatti potenziali.

Sono stati identificati gli utenti più importanti (quelli caratterizzati dai maggiori consumi e/o da articolate modalità di utilizzo) il cui comportamento potrebbe determinare sollecitazioni pericolose per l'integrità della rete? Se sì, sono state introdotte specifiche prescrizioni nei relativi contratti?

Nel nostro territorio le utenze di grandi dimensioni, potenzialmente in grado di sollecitare la rete al punto da generare rotture, sono poche. Non disponiamo quindi di una mappatura dedicata a questo scopo, pur monitorando i consumi mensili delle principali utenze e utilizzando tali dati nelle analisi. Dalle verifiche effettuate sui transitori di pressione ("colpi d'ariete") in corrispondenza di alcune di queste utenze non sono emerse criticità tali da richiedere una strategia strutturata. Per alcuni casi specifici, tuttavia, sono state introdotte prescrizioni mirate nei contratti. Non si esclude di ripetere in futuro tali verifiche sul campo.

Sono previste campagne di misura integrative per il controllo della rete rispetto al monitoraggio standard?

Sì, sono previste campagne di misura integrative rispetto al monitoraggio standard della rete. Oltre ai sistemi tradizionali, stiamo infatti installando misuratori di pressione e di portata che permettono di conoscere in maniera più puntuale il funzionamento della rete. Questi strumenti consentono di rilevare con maggiore

precisione eventuali anomalie, identificare segmenti di rete soggetti a sollecitazioni particolari e migliorare la diagnosi di perdite occulte, riducendo così i tempi di intervento e l'impatto sulle utenze. L'iniziativa si inserisce all'interno del progetto Digital4Zero, che mira a incrementare il livello di digitalizzazione e controllo delle infrastrutture idriche, con l'obiettivo di ridurre le perdite e rendere più sostenibile ed efficiente la gestione del servizio. Il progetto beneficia del cofinanziamento del PNRR, che ci consente di accelerare l'adozione di tecnologie innovative e di disporre di un quadro di informazioni sempre più ricco e dettagliato, utile a supportare decisioni mirate sia in ambito manutentivo sia nella pianificazione degli investimenti.

È stato riscontrato un aumento del numero delle rotture a seguito di variazioni delle condizioni di funzionamento? Ad esempio, a seguito dell'adozione del funzionamento intermittente?

Fortunatamente non abbiamo elementi per rispondere a questa domanda, poiché non siamo mai stati costretti a ricorrere alla turnazione del servizio idrico, neppure negli anni più critici. Anche nel 2023, anno particolarmente critico a livello regionale e nazionale per via della prolungata siccità, grazie agli interventi strutturali realizzati e a misure straordinarie mirate siamo riusciti a garantire la continuità del servizio su tutto il territorio servito.



Esiste una statistica in merito alle presunte cause delle rotture, eventualmente sulla base delle schede compilate dalle squadre di riparazione?

Per il presidio delle attività connesse alla manutenzione dei 2500 km di rete di distribuzione ABC ha in campo oltre 30 risorse avvicendate in turni. Grazie a WMS e ad un costante piano di verifica in campo, ABC riesce a garantire un tempestivo intervento sulle perdite manifeste.

Nelle nostre procedure per le attività di monitoraggio abbiamo previsto una classificazione non tanto delle cause ma della tipologia di perdite, ai fini di una stima della portata recuperata. Nella tabella 1 si riporta uno stralcio della procedura. Nella tabella 2 si riporta cosa si è avuto per gli anni 2023 e 2024.

Sono stati identificati gli utenti più importanti (quelli caratterizzati dai maggiori consumi e/o da articolate modalità di utilizzo) il cui comportamento potrebbe determinare sollecitazioni pericolose per l'integrità della rete? Se sì, sono state introdotte specifiche prescrizioni nei relativi contratti?

Gli utenti più importanti sono quelli caratterizzati dai maggiori consumi e, in alcuni casi, tra questi, alcuni hanno delle modalità di utilizzo dell'acqua particolari. Sono stati individuati ma nei contratti non ci sono, in linea generale, prescrizioni specifiche.

Nel sistema acquedottistico gestito da ABC utenti importanti sono i "suddistributori", soggetti gestori o comuni ai quali ABC cede l'acqua "all'ingrosso".

Una variazione della portata assorbita da un Comune o da un utente significativo può determinare sollecitazioni pericolose per l'integrità della rete idrica.

Si veda ad esempio l'alimentazione del DN 150 dal serbatoio Cangiani verso un grande ospedale di Napoli della zona collinare (tab.3).

Quando l'ospedale apre il loro sistema per riempire le vasche, nella condotta di rete si incrementa notevolmente la portata, arrivando a valori oltre il triplo della portata media. Questo comporta un incremento della velocità in condotta con maggiori sollecitazioni in tutti i punti caratteristici della condotta stessa (curve, gomiti, ecc.). Vista l'importanza di questa tipologia di utenza, ABC ha pianificato e sta attuando la sostituzione di tutti i misuratori con moderni contatori in grado di fornire informazioni real time sui consumi.

Sono previste campagne di misura integrative per il controllo della rete rispetto al monitoraggio standard?

Nell'ambito del PON Infrastrutture & Reti 2014-2020/React EU, finalizzato a contrastare le dispersioni idriche, ABC Napoli ha realizzato un ampio progetto "ABC4INNOVATION: L'innovazione dell'IWRM nella città di Napoli", del valore di 27 M€, di cui 21 M€ finanziati dal MIT e 6 M€ in autofinanziamento.

In tale ambito:

- sono stati realizzati circa 24 km di nuova rete di distribuzione in sostituzione di condotte obsolete;
- sono stati installati 30.000 smart meters ed è stata realizzata la relativa rete di trasmissione dati;



Sorgenti Urciuoli – Camerone interconnessione DN2000

TIPOLOGIA DI PERDITA		PORTATA RECUPERATA
Classe perdita	Descrizione perdita	
Tipo A	fori su tubazioni di qualsiasi diametro e tipologia da 1 mm a < 3 mm	0,10 l al secondo
	perdite di presa a per diametri tra il dn 41 e il dn 250	
Tipo B	fori su tubazioni di qualsiasi diametro e tipologia da 5 mm a < 10mm	0,30 l al secondo
	perdite di presa a per diametri superiori al dn 300 e inferiori al dn 500	
	tagli longitudinali su condotte di qualsiasi diametro	
	rottura della sezione della condotta superiore dn 300	
Tipo C	fori su tubazioni di qualsiasi diametro e tipologia da 5 mm a < 10 mm	0,50 l al secondo

Tab. 1

Anno	Tipologia perdita			Totale
	A	B	C	
2023	333	66	7	406
2024	298	62	8	368
Totale	631	128	15	774
%	82%	17%	2%	

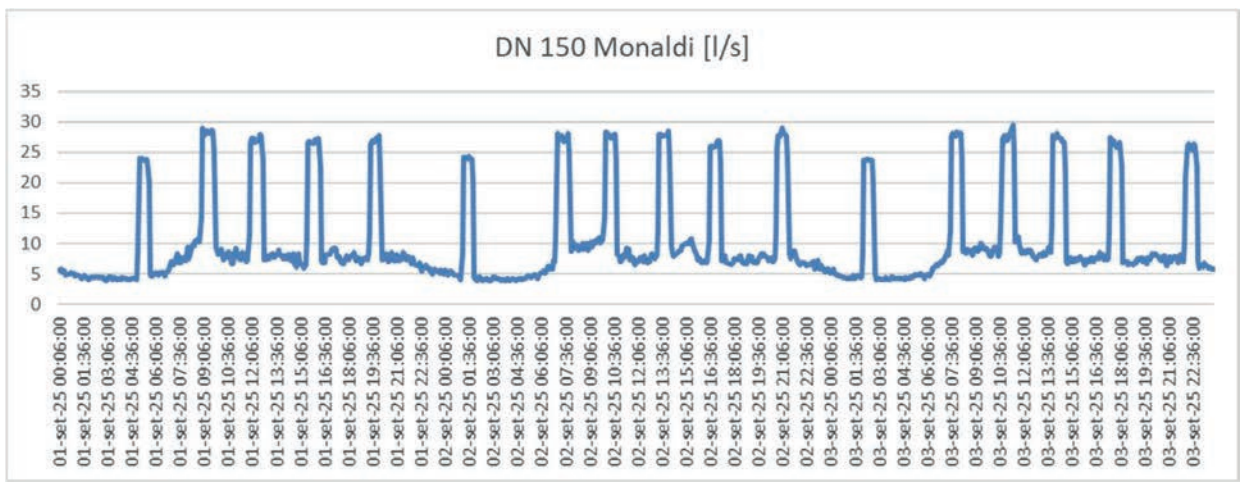
Tab. 2

- è stata distrettualizzata l'intera rete idrica principale di distribuzione. I 1.120 km di rete principale sono stati suddivisi in 70 distretti, in cui è nota la portata in ingresso e in uscita e la pressione nei punti critici. Grazie all'installazione di circa 200 nuovi punti di misura. Sono state inoltre installate sonde multiparametriche per il controllo in tempo reale di alcuni parametri qualitativi. E valvole per la regolazione dinamica della pressione in rete;
- sono stati installati circa 300 noise logger permanenti per il rilievo delle perdite idriche.

Tutte le misure provenienti dal campo sono utilizzate da un evolutivo Smart Water Management System, grazie al quale è possibile conoscere in tempo reale i parametri quantitativi nel sistema gestito e simulare le conseguenze di eventuali manovre.

Le misure integrative sono state poi ulteriormente intensificate grazie ad un altro ampio progetto, finanziato nell'ambito del PNRR M2C4 – I4.2, anch'esso finalizzato alla riduzione delle dispersioni idriche.

Con tale progetto dal titolo ABC4INNOVATION: TRANSIZIONE DIGITALE E TECNOLOGICA VERSO



Tab. 3



Scudillo – Centrale di sollevamento "Pagliara"



Sorgenti Acquaro-Pelosi – Camera di confluenza canali drenanti

LO SMART WATER SYSTEM DELLA CITTÀ DI NAPOLI, del valore di 43 M, di cui 6 autofinanziati, ABC ha continuato e integrato le attività realizzate nell'ambito del PON, mediante:

- realizzazione di ulteriori 27 km di rete idrica in sostituzione delle condotte obsolete;
- installazione di 115.000 smart meters e relativa rete di trasmissione dati
- installazione di ulteriori 600 noise logger
- implementazione di un nuovo ed evoluto SCADA.

Con il PNRR, pertanto, le misure sono state notevolmente intensificate, consentendo al gestore una conoscenza estremamente approfondita anche dei flussi nella rete secondaria, a beneficio di una distrettualizzazione e una modellazione idraulica ancora più aderente alla realtà.

È stato riscontrato un aumento del numero delle rotture a seguito di variazioni delle condizioni di funzionamento?

Ad esempio, a seguito dell'adozione del funzionamento intermittente?

Negli ultimi anni, ABC ha realizzato numerosi interventi di ottimizzazione idraulica ed energetica. Tra questi ha realizzato un intervento infrastrutturale che ha consentito di alimentare un serbatoio non più tramite una stazione di sollevamento ma a gravità.

Questo ha fatto registrare una diminuzione sensibile del numero di rotture nella condotta di adduzione al serbatoio (ex condotta di mandata della centrale che era soggetta alle variazioni idrodinamiche conseguenti alle accensioni e agli spegnimenti delle centrali di sollevamento).

È necessario invece un tempo di osservazione più lungo per valutare gli effetti della distrettualizzazione sulle rotture.



Cantiere cittadino – Installazione idrovalvole

Alleati dell'ambiente per il bene comune...



Spurgo Canal Jet è l'azienda di riferimento per i servizi di autospurgo nel Salento, attiva con un efficiente pronto intervento H24 in tutta la provincia di Lecce e nelle aree limitrofe. Grazie a un parco mezzi moderno e personale altamente qualificato, l'impresa garantisce interventi rapidi e risolutivi per ogni esigenza di disostruzione lavandini, WC e tubi di scarico sia civili che industriali. Operiamo anche con spurghi programmati e straordinari, ideali per la manutenzione periodica di reti fognarie, pozzi neri e vasche

di raccolta. L'esperienza maturata nel settore ci consente di affrontare anche le situazioni più complesse, assicurando pulizia, igiene e rispetto delle normative ambientali.

Il servizio è **attivo 24 ore su 24, 7 giorni su 7**, anche nei festivi, per garantire assistenza immediata in caso di emergenze o allagamenti.

Siamo presenti con sede operativa nella

Zona Industriale Tronco B/D, lotto 12 - 73042 Casarano (LE) e raggiungiamo rapidamente ogni località del Salento.

**Rapidità,
professionalità
e risultati
garantiti H24.**



Per richiedere un **intervento** o un **preventivo gratuito**, contatta Spurgo Canal Jet ai numeri

800 959347
0833 1808206
366 6585918

o scrivi a
spurgocanaljet@libero.it

CASARANO (Le)



spurgocanaljet



spurgocanaljetsrl



spurgocanaljet.it

Giacomo Manzato

Ufficio Sistemi Integrati, Modellazione

Esiste una statistica in merito alle presunte cause delle rotture, eventualmente sulla base delle schede compilate dalle squadre di riparazione?

Attualmente non disponiamo di statistiche consolidate sulle cause delle rotture di difficile diagnosi; tuttavia, provvediamo a registrarle e classificarle in funzione della tipologia di tubazione, dell'anno di posa e delle eventuali difformità riscontrate in sede di intervento.

Queste informazioni vengono utilizzate per lo sviluppo del modulo predittivo per la prioritizzazione dei futuri interventi di sostituzione delle condotte, all'interno della piattaforma di Asset Management.

Sono stati identificati gli utenti più importanti (quelli caratterizzati dai maggiori consumi e/o da articolate modalità di utilizzo) il cui comportamento potrebbe determinare sollecitazioni pericolose per l'integrità della rete? Se sì, sono state introdotte specifiche prescrizioni nei relativi contratti?

Abbiamo censito le utenze caratterizzate da elevati consumi e da modalità di utilizzo potenzialmente gravose.



Per tali utenti è previsto un monitoraggio più attento; inoltre, essi rientrano in un piano di adeguamento degli allacciamenti, nell'ambito del quale è prevista l'introduzione di organi di regolazione volti a proteggere l'infrastruttura idrica.

Sono previste campagne di misura integrative per il controllo della rete rispetto al monitoraggio standard?

Nell'ambito degli interventi finanziati dal PNRR è previsto l'infittimento dei DMA, così da garantire un controllo più capillare della rete.

Inoltre, è programmata l'installazione di centraline per il monitoraggio in continuo e da remoto dei principali indicatori di qualità dell'acqua, al fine di disporre di un controllo in near-real time delle sue caratteristiche.

È stato riscontrato un aumento del numero delle rotture a seguito di variazioni delle condizioni di funzionamento?

Ad esempio, a seguito dell'adozione del funzionamento intermittente?

Nel territorio di Piave Servizi non si è mai reso necessario ricorrere a razionalizzazioni dell'erogazione.

Tuttavia, dall'esperienza operativa emerge che le reti in pressione, soggette a forti variazioni tra i regimi notturni e diurni dovute a un'elevata variabilità nei consumi, soprattutto se sottodimensionate e vetuste, tendono nel tempo a manifestare una maggiore fragilità.



Pozzetto di regolazione e monitoraggio della rete di recente installazione



Marcoantonio Papili

Responsabile Settore Acquedotto
di Tennacola SpA

Esiste una statistica in merito alle presunte cause delle rotture, eventualmente sulla base delle schede compilate dalle squadre di riparazione?

Attualmente non disponiamo di una statistica strutturata sulle cause di rottura delle condotte idriche di distribuzione. Tuttavia, dall'analisi delle schede intervento compilate dagli operai, emergono con frequenza cause riconducibili a interferenze dovute a lavori effettuati da altri enti o soggetti esterni e in generale alla vetustà di alcune parti di rete ed alle caratteristiche dei terreni di posa delle stesse.



Sono stati identificati gli utenti più importanti (quelli caratterizzati dai maggiori consumi e/o da articolate modalità di utilizzo) il cui comportamento potrebbe determinare sollecitazioni pericolose per l'integrità della rete? Se sì, sono state introdotte specifiche prescrizioni nei relativi contratti?

Pur avendo identificato gli utenti con consumi idrici elevati, non sono state ancora introdotte specifiche prescrizioni contrattuali in merito.

Sono previste campagne di misura integrative per il controllo della rete rispetto al monitoraggio standard?

L'obiettivo di Tennacola Spa è quello di implementare un sistema di monitoraggio, digitalizzazione delle reti e gestione delle perdite, attraverso la realizzazione di una serie di attività inserite nel progetto PNRR "servizio di monitoraggio, digitalizzazione e riduzione delle perdite idriche delle reti dell'ATO 4 Marche Centro-Sud – Fermano e Maceratese" che consenta la riduzione e il successivo controllo e contenimento delle perdite.

È stato riscontrato un aumento del numero delle rotture a seguito di variazioni delle condizioni di funzionamento?

Ad esempio, a seguito dell'adozione del funzionamento intermittente?

L'erogazione dell'acqua viene interrotta esclusivamente in caso di emergenze idriche, interventi di manutenzione programmata o riparazioni urgenti. Al momento non è stata riscontrata alcuna relazione tra le interruzioni del flusso idrico e le eventuali rotture riscontrate sulla rete.

Captazione Capotenna-Montefortino

